

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 57-129409

(43)Date of publication of application : 11.08.1982

(51)Int.Cl.

G02B 27/10

G02B 5/14

(21)Application number : 56-014528

(71)Applicant : TOMIJIMA TAKUMI

(22)Date of filing : 03.02.1981

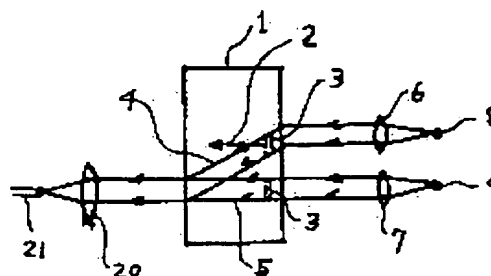
(72)Inventor : TOMIJIMA TAKUMI

## (54) OPTICAL COMMUNICATION WAVE SYNTHESIZER USING BIAXIAL CRYSTAL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enable wave synthesis with low loss, by using a biaxial crystal having a phenomenon in which the direction of energy flow of a plurality of optical waves propagating toward optical axis is different.

CONSTITUTION: Beam from beam sources 8, 9 such as a plurality of semiconductor lasers controlled with polarization direction is incident to a biaxial crystal 1 after being collimated at collimators 6, 7 so that a normal 2 of wave surface 3 of diffracted beam is coincident with the optical axis of the biaxial crystal 1. Thus, since the beams 4, 5 of the incident beam become one or adjacent parallel beam groups, the beams are condensed with a condenser lens 20 and given to an optical fiber 21 for wave synthesis.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57—129409

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 02 B 27/10  
5/14

識別記号

庁内整理番号  
7529—2H

⑬ 公開 昭和57年(1982)8月11日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ 双軸結晶を用いた光通信合波器

兵庫県加古郡播磨町野添1033—  
5

① 特 願 昭56—14528

① 出 願 人 富島工

② 出 願 昭56(1981)2月3日

兵庫県加古郡播磨町野添1033—  
5

⑦ 発 明 者 富島工

## 明 細 書

### 1 発明の名称

双軸結晶を用いた光通信合波器

### 2 特許請求の範囲

双軸結晶に対し、屈折光の波面法線方向が一つの光学軸と一致し、光線方向が円錐の母線に沿うごとく、複数個の光通信光線から発する光の入射方向、入射位置および偏光方向を決め、該複数個の光通信光線の光を該双軸結晶に入射せしめ、光線が該円錐の母線に沿って進むことを利用して光ファイバーに導くことを特徴とする光通信合波器

### 3 発明の詳細な説明

本発明は波長選択性のない光通信用合波器に関するものである。

在来波長選択性の合波器は複数のファイバーを融合して一本のファイバーに導く形式のものや各光線の光をそれぞれ独立小形レンズで平行光線とし平行光線群を一個のレンズで集光する形式のものが考えられていたがいずれも合波損失が大であ

り、合波損失の小さい理想的な合波器は存在しなかった。

本発明は双軸結晶において光学軸方向に伝播する複数個の光線のエネルギーの流れの方向がそれぞれ異なる現象を利用した合波損失が極めて小さい理想的な合波器に関するものであり本発明によつて光通信の合波のむづかしさをなくすることが出来ることとなつた。

以下図面により本発明の詳細な説明を行なう。一般に結晶の屈折率はテンソルで与えられ、電場  $E$  の方向と光線密度  $D$  の方向は異なる。その結果ならびにマックスウェルの方程式から、結晶中においては、光学軸方向以外では  $E$  と  $D$  は互に直交する二つの偏光しか存在が許されなくなり、光線の伝播する方向すなわち波面法線方向  $S$  と光のエネルギーの流れる方向すなわち光線方向  $D$  は一致しなくなる。波の伝播速度すなわち法線速度およびエネルギーの流れの速さすなわち光線速度がそれぞれ二つづつあること、二つの直交する偏光の電場を  $E_1$ 、 $E_2$ 、電場密度を  $D_1$ 、 $D_2$ 、波面法線方向を  $S_1$ 、 $S_2$ 、

光線方向を $e_1, e_2$ とするとベクトル $E_1, D_1, S_1, e_1$ は同一平面内になければならないこと、 $E_2, D_2, S_2, e_2$ も他の同一平面内になければならないこと等がわかる。二つの法線速度 $v_p', v_p''$ は波面法線方向によって変化し速度ベクトルの先端の軌跡は二重の閉曲面をつくり法線速度面と呼ばれている。また二つの光線速度 $v_f', v_f''$ も同様で光線速度面と呼ばれている二重の閉曲面が存在する。また二つの法線速度が一致する方向が必ず存在しその方向が光学軸と呼ばれている。双軸結晶では光学軸が二本存在する。光学軸は特別な方向で波面法線が光学軸に平行であればそのときだけはどのような偏光方向でも存在が許される。第1図は双軸結晶の速度面を二本の電気主軸 $x, z$ を含む平面で切った断面図である。(但し $E_x < E_f < E_z$ )  
 $v_p'$ は卵形で $v_p''$ は円であるまた $v_f'$ は楕円、 $v_f''$ は $v_p''$ と同じ円である。  
 二つの法線速度面は点Cで一致するので原点Oと点Cを結んだ方向Nが光学軸である。  
 ここで光学軸Nに平行な波面法線Sを持ちいろいろ

るな偏光方向(即ベクトルの方向を偏光方向と呼ぶ)を持つた光を考える。この光は光学軸の方向に進む波であるのでどのような偏光方向でも存在が許されている。しかし偏光方向Dと波面法線方向Sと光線方向 $e$ は同一平面内になければならないという制約により、また光線速度ベクトル $v_f'$ と法線速度ベクトル $v_p'$ の間には常に

$$v_p' = v_f' \cos \alpha$$

という関係を満足するという結晶光学の基本事実により、第1図の紙面内に偏光方向を有する光波は波としてはS方向に進むが、光線方向 $e$ は図の如き直角三角形を形成する方向となりエネルギーは $e$ 方向に流れる。さらに光学軸Nを含み紙面に直交する面を考えると、紙面に直交する面内に偏光方向を有する光は光線、波面法線共に同じ方向S方向に進むことがわかる。また光学軸Nを含む一般の平面を考えると、その平面内に偏光方向を有する光は波としてはS方向に進むが、光線は点Cを通り軸Nを法線とする平面Pが光線速度面に接する線上の一点(紙面外)と原点Oを結んだ方

向に進む。平面Pと光線速度面の接線は円である。従つて、光線はその偏光方向に応じ、原点Oを頂点とし前記円を底とする円錐の母線に沿つて進むこととなる。円錐の底の円上の点とその点を通る光線の持つ偏光方向の関係は第2図に示す通りである。第2図において、第1図の紙面は点線Vに相当し、例えば母線に沿つて円上の一点aを通る光線の持つ偏光方向は光学軸上の点(S)と点aを結ぶ方向となつてゐる。すなわち第3図に示すごとく波面の進行方向が光学軸方向である光線は無限に多く存在することになる。従つて第4図の実施例の如く、偏光方向を制御した複数の半導体レーザー等の光源8、9の光をコリミーター6、7でコリミートし屈折光の波面3の法線2が光学軸と一致するようにして、前記の円弧上に並べ偏光方向を第2図の如く設定して双軸結晶1に入射すれば、入射光の光線4、5は円錐の母線に沿つて進み、双軸結晶1を出ると同時に一本あるいは極めて接近した平行光線群となるので集光レンズ20により集光して光ファイバー21に導入し

合波を行なうことができる。

第5図に示す実施例においては半導体レーザー31、32の一端から出る光を薄膜偏光子あるいはブリュスター窓11、12を通した後コリミーター13格子14からなる光学系で発振波長固定と同時に偏光方向の制御を行ない、半導体レーザー31、32の他の一端から出る光を柱状コリミーター16、17でコリミートして双軸結晶1に入射し、結晶を出た光を柱状レンズ22で集光し光ファイバー21に導入している。双軸結晶に見られる特異な光学現象を利用する本発明により非常に困難とされていた低損失の合波が極めて単純な光学素子で行なえることゝなつた。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は双軸結晶の説明図。第2図は円錐の母線に沿つた光線の偏光方向を示す説明図。第3図は円錐状の光線群の説明図。第4図は実施例。第5図は他の実施例である。

$x, z$  ..... 電気主軸

$v_p', v_p''$  ..... 法線速度

- $v_p', v_r'$  ..... 光線速度  
 $\alpha$  ..... 波面法線と光線の間の角度  
 $S$  ..... 波面法線方向  
 $\phi$  ..... 光線方向  
 $N$  ..... 光学軸  
 $C$  ..... 二つの法線速度面の接点  
 $V$  ..... 紙面  
 $a$  ..... 円上の一点  
 $1$  ..... 双軸結晶  
 $2$  ..... 波面法線  
 $3$  ..... 波面  
 $4, 5$  ..... 光線  
 $6, 7$  ..... コリネーター  
 $8, 9$  ..... 光源  
 $11, 12$  ..... 偏光特性を有する膜等  
 $13$  ..... コリネーターレンズ  
 $14$  ..... 回折格子  
 $16, 17$  ..... 柱状コリネーター  
 $20$  ..... 集光レンズ  
 $21$  ..... 光ファイバー

22 ..... 柱状集光レンズ

31, 32 ..... 半導体レーザー

特許出願人 富 島

